

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Buah diklasifikasikan dalam dua kategori berdasarkan aktivitas respirasinya, yaitu klimaterik dan non klimaterik. Buah klimaterik merupakan jenis buah yang mengalami lonjakan laju respirasi dan produksi etilen yang cenderung meningkat secara bertahap setelah panen, sehingga buah akan terus mengalami proses pematangan. Sedangkan buah non klimaterik tidak mengalami lonjakan laju respirasi dan jumlah produksi etilen yang tetap. Pada buah non klimaterik laju respirasi berlangsung perlahan dan akan terus meningkat seiring tingkat kematangan buah (Lestari *et al.*, 2017; Nurjanah, 2002). Laju respirasi dan produksi etilen berhubungan erat dengan umur simpan suatu bahan pangan, laju respirasi yang tinggi dan peningkatan produksi etilen menyebabkan umur simpan buah yang pendek, sehingga buah klimaterik memiliki umur simpan yang lebih pendek dibanding buah non klimaterik (Fransiska *et al.*, 2013; Nurjanah, 2002). Respirasi menghasilkan panas yang menyebabkan penurunan kualitas pada buah, seperti kehilangan air, pelayuan dan peningkatan jumlah mikroorganisme. Peningkatan panas juga memberi ruang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme pembusuk.

Buah tomat, nangka, rambutan, pepaya, dan apel adalah buah-buahan yang termasuk dalam golongan buah klimaterik dan non klimaterik. Buah-buahan klimaterik memiliki laju respirasi yang lebih tinggi dibanding buah-buahan non klimaterik, namun keduanya memiliki kandungan air yang tinggi. Menurut Hariyadi (2018), faktor penyebab kerusakan paling dominan pada buah dan sayur adalah kadar air dan aktivitas air (A_w). Buah-buahan tersebut memiliki kandungan gizi baik, namun juga memiliki resiko kerusakan yang cukup tinggi. Pengolahan yang dilakukan pada buah-buahan berfungsi untuk mencegah terjadinya kerusakan dan memperpanjang umur simpan produk. Hal ini sesuai dengan pernyataan Djarkasi *et al.* (2018) bahwa buah dan sayur merupakan jenis bahan pangan yang dapat dikonsumsi dalam bentuk segar maupun olahan.

Salah satu metode pengolahan buah yang sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia adalah pengolahan buah menjadi manisan. Manisan dibedakan menjadi dua jenis yaitu manisan basah dan manisan kering. Perbedaan antara manisan basah dan manisan kering yaitu pada proses pengolahan, umur simpan dan kenampakan produk yang dihasilkan. Manisan basah dikonsumsi bersama sirup gula atau dilumuri dengan gula pekat bekas perendamannya, sedangkan manisan kering terbuat dari buah yang diawetkan menggunakan gula dan kemudian dikeringkan (Sohibulloh *et al.*, 2013). Manisan kering memiliki umur simpan yang lebih panjang dibanding manisan basah. Hal ini disebabkan karena pada pengolahan manisan kering terdapat proses pengeringan yang dapat menurunkan kadar air dan aktivitas air (A_w) pada buah. Buah-buahan dengan kandungan air yang cukup tinggi dapat diolah menjadi produk manisan kering. Pengolahan buah menjadi manisan adalah salah satu bentuk usaha untuk mempertahankan tekstur, meningkatkan cita rasa, dan sebagai salah satu bentuk usaha pengadaan buah yang tidak tergantung musim (Fatah & Bachtiar dalam Sohibulloh *et al.*, 2013).

Pada pengolahan buah menjadi manisan, dilakukan perendaman buah terlebih dahulu dalam larutan Ca(OH)_2 dan larutan gula. Dalam pengolahan buah segar menjadi manisan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan tekstur pada buah. Proses pematangan buah, zat pektin akan terhidrolisis menjadi komponen-komponen yang larut air sehingga total zat pektin menurun kadarnya dan komponen yang larut dalam air meningkat jumlahnya dan mengakibatkan buah menjadi lunak. Oleh sebab itu buah yang akan diolah menjadi manisan akan direndam terlebih dahulu dalam larutan Ca(OH)_2 . Perendaman buah dalam larutan Ca(OH)_2 bertujuan untuk memperkuat jaringan irisan buah yang disebabkan oleh terbentuknya kalsium pektat akibat reaksi antara senyawa kalsium dalam Ca(OH)_2 dengan zat pektin dalam buah (Asiah & Handayani, 2018). Selain itu, perendaman buah dalam larutan kapur juga berfungsi sebagai penghilang rasa kelat, getir dan rasa yang menyimpang dari buah (Husna *et al.*, 2018).

Selanjutnya perendaman buah dalam larutan gula berfungsi untuk memberi cita rasa dan juga sebagai salah satu bahan pengawet alami. Gula memiliki rasa yang manis dan juga bersifat higroskopis atau memiliki kemampuan untuk mengikat air. Pemberian gula dalam konsentrasi yang tinggi menyebabkan semakin banyak air dalam bahan yang tertarik keluar (Candra *et al.*, 2014). Menurut Junaida & Deni (2016), semakin tinggi konsentrasi gula yang ditambahkan maka

semakin rendah kadar air yang dihasilkan. Sehingga gula memiliki peran untuk mengurangi ketersediaan air bagi mikroorganisme perusak.

Tahap akhir dari proses pengolahan manisan kering, sekaligus faktor penentu kualitas akhir dari produk manisan kering buah yang dihasilkan adalah proses pengeringan. Pengeringan pada bahan pangan adalah salah satu metode pengawetan dan pengolahan pangan yang mengaplikasikan penggunaan suhu tinggi atau sedang yang berfungsi untuk menurunkan kadar air dalam bahan pangan. Suhu optimum yang biasa digunakan untuk mengeringkan sayur dan buah berkisar antara 55-75°C (Tamam *et al.*, 2015). Selain itu pengeringan juga dilakukan untuk mendapatkan bentuk fisik, warna, *flavor*, dan tekstur produk yang diinginkan, serta dapat mengurangi berat atau volume saat proses distribusi. Keuntungan pengolahan produk dengan metode pengeringan adalah daya penggunaan energi yang relatif lebih rendah dan hasil akhir tidak membutuhkan ruang penyimpanan yang besar jika dibandingkan dengan proses pembekuan atau pengalengan. Keuntungan lain adalah sebagian besar nilai nutrisi pada bahan pangan dapat dipertahankan jika pengeringan dilakukan pada suhu optimal.

Proses pengeringan menyebabkan penurunan kandungan air dalam bahan. Menurut Putra *et al.* (2016), hasil dari proses pengeringan yaitu bahan kering dengan kadar air yang setara dengan kadar air keseimbangan udara normal atau setara dengan nilai aktivitas air (A_w) yang aman dari kerusakan mikrobiologis, enzimatik, dan kimiawi. Banyaknya air yang hilang dari dalam buah akibat proses penguapan yang terjadi saat pengeringan berlangsung juga menyebabkan tekstur buah menjadi kering dan keras (Yunita & Rahmawati, 2015). Proses pengeringan bersinergi dengan tahapan-tahapan pengolahan manisan untuk mendapatkan kualitas manisan kering yang baik.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Tomat (*Lycopersicon esculentum*)

Tomat adalah buah yang berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan. Tingkat produksi buah tomat di Indonesia sendiri tergolong cukup tinggi yaitu sebesar 1.020.333 ton pada tahun

2019 (Badan Pusat Statistik, 2019). Tomat mengandung berbagai kandungan gizi yang baik bagi tubuh, namun rentan mengalami kerusakan. Sebanyak 10-20% buah tomat yang sudah dipanen dapat bertahan pada penyimpanan suhu kamar selama 7 hari (Rudito, 2005). Kerusakan buah tomat disebabkan karena memiliki kandungan air yang tinggi, yaitu mencapai 94% dari berat totalnya (Johansyah *et al.*, 2014). Suhu optimum penyimpanan buah tomat berkisar 10-15°C selama 21 hari (Fraschina *et al.*, 1998). Buah tomat yang disimpan pada suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan penurunan kualitas. Menurut Maul (2000), buah tomat yang disimpan pada suhu 5°C selama 4 hari menunjukkan penurunan nilai aroma dan cita rasa.



Gambar 1. Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*) (Dokumentasi Pribadi)

Tomat merupakan sumber potassium, folat, serta vitamin A, C dan E yang baik bagi tubuh. Selain itu, tomat juga mengandung serat yang dapat membantu penurunan resiko kanker (Campbell *et al.*, 2007; Wilt & Thompson, 2006). Kandungan kimia yang paling banyak dalam tomat adalah likopen, yaitu berkisar 3-5 mg per 100 g buah tomat (Giovannucci dalam Noviyandari *et al.*, 2019). Likopen juga mampu menghambat pertumbuhan kanker endometrial, kanker payudara dan kanker paru-paru dengan aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan α dan β -karoten (Levy *et al.*, 1995). Menurut Bohm *et al.* (1995), likopen mampu menginaktifkan hidrogen peroksida dan nitrogen peroksida yang merupakan senyawa radikal bebas. Selain untuk mencegah kanker, penelitian lain menyebutkan bahwa tomat dapat berfungsi sebagai obat diare, serangan empedu, gangguan

pencernaan, serta dapat memulihkan fungsi liver (Fuhrman, 1997). Tabel kandungan gizi tomat dapat dilihat pada Tabel 1. pada lembar Lampiran 1.

1.2.2. Nangka (*Artocopus heterophyllus*)

Nangka memiliki komoditas yang cukup tinggi di Indonesia, pada tahun 2019 jumlah produksi buah nangka mencapai 779.859 ton (Badan Pusat Statistik, 2019). Nangka memiliki ukuran buah yang cukup besar dengan aroma yang harum dan tajam serta rasa yang manis, namun memiliki umur simpan yang relatif pendek. Kerusakan pada nangka disebabkan karena memiliki kandungan air yang tinggi sekitar 86,6% dari berat total buah (Anggriana *et al.*, 2017). Proses pengolahan buah nangka dapat mencegah kerusakan dan memperbanyak pilihan makanan berbahan dasar nangka. Beberapa penelitian berhasil mengolah nangka menjadi makanan ringan berupa manisan, keripik, minuman sari buah dan olahan buah kering (Amalia & Susanto, 2017; Wijayanti *et al.*, 2017; Sohbulloh *et al.*, 2013).



Gambar 2. Buah Nangka (*Artocopus heterophyllus*) (Dokumentasi Pribadi)

Daging dan biji nangka merupakan sumber vitamin, mineral, dan kalori yang baik bagi tubuh (Widarti, 2013). Buah nangka memiliki kandungan energi dan gizi yang baik untuk tubuh. Dalam

100 g buah nangka mengandung 95 kalori energi, 23,25 g karbohidrat, dan 1,72 g protein (USDA, 2016). Kandungan gizi buah nangka dapat dilihat pada Tabel 2. pada lembar Lampiran 2.

1.2.3. Rambutan (*Nephelium lappaceum*)

Rambutan merupakan tanaman asli Indonesia yang menyebar ke negara tropis lain seperti Filipina dan negara-negara di Amerika Latin (Mahisworo *et al.* dalam Astuti *et al.*, 2019). Tingkat produksi buah rambutan di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 764.586 ton (Badan Pusat Statistik, 2019). Buah rambutan memiliki umur simpan yang relatif singkat jika disimpan pada penyimpanan suhu ruang, yaitu selama 3 hari. Penyimpanan lebih lanjut akan menyebabkan buah mengalami pembusukan sehingga tidak layak untuk dikonsumsi (O'Hare dalam Chikmawati *et al.*, 2017). Kerusakan pada rambutan disebabkan karena memiliki kandungan air yang tinggi sekitar 80,4% per 100 gram buah (Nurhayati, 2004).



Gambar 3. Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*) (Dokumentasi Pribadi)

Menurut Julianti (2013), umur simpan buah rambutan dibatasi oleh penurunan kadar air pada kulit buah dan perubahan warna pada bagian rambut buah. Umur simpan rambutan dipengaruhi oleh suhu penyimpanan. Rambutan yang disimpan pada suhu ruang menyebabkan percepatan terjadinya susut bobot buah yang sejalan dengan terbentuknya warna kecoklatan pada rambut di kulit buah yang disebabkan karena adanya pelayuan akibat penurunan kadar air pada kulit

rambutan. Selain itu, selama penyimpanan rambutan juga mengalami kerusakan akibat proses penuaan (*senescence*) yang ditandai dengan rusak dan hilangnya kandungan vitamin C pada rambutan (Wills *et al.* dalam Suriati *et al.*, 2020).

Rambutan memiliki daging buah yang dapat dimakan, berwarna putih atau tembus cahaya, manis, berair, menempel pada biji, dan kaya akan vitamin C (Arenas *et al.*, 2010). Kandungan vitamin C buah rambutan yaitu sebesar 58 mg/100 g berat buah). Kandungan gizi rambutan dapat dilihat pada Tabel 3. pada lembar Lampiran 3.

1.2.4. Pepaya (*Carica papaya L.*)

Indonesia merupakan salah satu daerah tropis yang hampir di seluruh daerahnya terdapat tanaman pepaya, sehingga jumlah produksinya cukup tinggi. Pada tahun 2019, hasil produksi pepaya di Indonesia mencapai 986.992 ton (Badan Pusat Statistik, 2019). Buah pepaya yang sudah masak memiliki umur simpan yang relatif cukup singkat yaitu 7 hari jika disimpan pada suhu ruang. Kerusakan pepaya disebabkan karena memiliki kandungan air yang tinggi mencapai 86,6% per 100 g buah pepaya (Verheij & Coronel dalam Fatria & Noflindawati, 2014).



Gambar 4. Buah Pepaya (*Carica papaya L.*) (Dokumentasi Pribadi)

Pepaya memiliki peran multiguna yang dapat dimanfaatkan sebagai buah segar, olahan, dan sayur (baik daun maupun buahnya). Buah pepaya sendiri mengandung nutrisi yang baik bagi tubuh, yaitu kandungan vitamin A sebesar 91,5 IU/100 g dan vitamin C (55 mg/100 g). Buah pepaya bermanfaat untuk kesehatan mata, pencernaan, dan juga dapat melancarkan ASI bagi ibu yang sedang menyusui (Salunkhe *et al.* dalam Fatria & Noflindawati, 2014). Kandungan gizi pepaya dapat dilihat pada Tabel 4. pada lembar Lampiran 4.

1.2.5. Apel (*Malus sylvestris*)

Apel berasal dari Asia Barat dan tumbuh pada iklim subtropis. Apel dapat beradaptasi dan tumbuh di Indonesia yang beriklim tropis. Tingkat produksi buah apel di Indonesia cukup tinggi, yaitu mencapai 481.372 ton (Badan Pusat Statistik, 2019). Buah apel merupakan buah yang digemari oleh banyak orang karena dapat menjadi pilihan makanan bagi pelaku diet karena mengandung banyak gizi, khususnya vitamin C dan B. Kerusakan buah apel disebabkan karena memiliki kandungan air yang tinggi berkisar 84,12% dari berat totalnya (Hapsari & Estiasih, 2015).



Gambar 5. Buah Apel (*Malus sylvestris*) (Dokumentasi Pribadi)

Buah apel memiliki citarasa manis keasaman dan biasanya dikonsumsi dalam bentuk buah segar. Buah apel memiliki berbagai kandungan nutrisi, seperti kaya akan antioksidan, kandungan gula total sebesar 14.19 ± 1.18 g/100ml, kandungan serat kasar sebesar 4,42% dan pektin sebanyak 1% (Wosiacki *et al.*, 2007). Kandungan gizi buah apel dapat dilihat pada Tabel 5. pada lembar Lampiran 5.

1.2.6. Manisan Kering

Manisan merupakan salah satu jenis makanan ringan yang biasanya diolah menggunakan gula sebagai pemanis. Pembuatan produk manisan tidak memerlukan teknologi yang tinggi, biayanya murah, dan proses pembuatannya mudah serta hanya memerlukan fasilitas yang sederhana (Tendean *et al.*, 2016). Manisan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu manisan basah dan manisan kering. Manisan basah adalah manisan yang diperoleh setelah penirisan buah dari larutan gula, mempunyai kandungan air yang cukup tinggi, namun penampakkannya menarik karena serupa dengan buah aslinya (Yuliani, 2012). Sedangkan, manisan kering berasal dari manisan basah yang dikeringkan pada suhu tertentu. Secara umum parameter manisan yang baik yaitu memiliki cita rasa yang manis, tekstur padat dan kompak, warna yang sesuai dengan bahan baku (tidak mencolok), dan memiliki aroma khas buah (Kantari *et al.*, 2019). Sedangkan kriteria manisan kering buah yang baik sesuai dengan SNI 1718 tahun 1996 yang dapat dilihat pada Tabel 6. pada lembar Lampiran 6.

Prinsip pembuatan manisan adalah dehidrasi osmosis, yaitu proses penghilangan sebagian air dalam bahan pangan yang direndam dalam larutan osmotik. Dehidrasi osmosis merupakan salah satu metode pengawetan yang dapat memperpanjang umur simpan bahan pangan dengan membantu penurunan aktivitas air dalam bahan serta menghambat aktivitas enzim yang menyebabkan *browning* pada buah. Buah-buahan memiliki struktur permukaan yang berpori yang dapat berfungsi sebagai membran semipermeabel, sehingga dapat ditembus oleh zat pelarut atau larutan osmotik (Wirawan & Anasta, 2013). Larutan osmotik merupakan larutan berkonsentrasi tinggi atau pekat. Pengolahan buah menjadi manisan melalui proses dehidrasi osmosis memiliki kelebihan dibanding metode pengawetan bahan pangan lain, yaitu (1) meningkatkan kualitas produk bahan makanan yang diawetkan, (2) memberikan kisaran kadar air dan zat terlarut bahan

yang diinginkan untuk pengolahan pangan, (3) meminimalisir *stress* akibat panas, dan (4) mengurangi input energi pada pengeringan konvensional (Witono *et al.*, 2013 dalam Aras *et al.*, 2019).

Faktor yang mempengaruhi dehidrasi osmosis antara lain jenis *osmotic agent*, rasio larutan osmosis dan buah yang dikeringkan, suhu dan pengadukan (Ponting *et al.*, dalam Wirawan & Anasta, 2013). Larutan osmotik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu larutan kapur (Ca(OH)_2) dan larutan gula atau sukrosa. Menurut Sereno *et al.* (2001), buah-buahan yang direndam dalam larutan osmotik seperti gula, garam, gliserol dan larutan pekat lainnya dapat menyebabkan penurunan kadar air hingga mencapai 50% dari kadar air bahan mula-mula. Perendaman buah dalam larutan kapur dan larutan gula menyebabkan kandungan air dalam bahan tertarik keluar akibat terjadinya tekanan osmosis pada buah. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi kapur dan gula, serta penurunan kadar air buah. Penurunan kadar air juga disebabkan karena sukrosa bersifat higroskopis atau memiliki kemampuan untuk mengikat air (Murtiningsih *et al.*, 2018). Proses dehidrasi osmosis sangat dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi larutan osmotik (Sohibulloh *et al.*, 2013). Semakin tinggi konsentrasi larutan osmotik dan suhu perendamannya maka semakin tinggi penurunan kadar air dalam bahan (Murtiningsih *et al.*, 2018).

Kandungan air dalam bahan pangan merupakan faktor yang paling dominan sebagai penyebab kerusakan bahan pangan pasca panen. Pada tingkatan kadar air yang cukup panen maka kegiatan biologis dalam bahan pangan masih terus berlangsung, seperti aktivitas enzim, respirasi dan mikrobiologis yang menyebabkan bahan pangan cepat mengalami kerusakan dan kebusukan (Hariyadi, 2018). Selain dehidrasi osmosis, metode pengawetan bahan pangan lain yang efektif untuk menurunkan kadar air adalah pengeringan. Menurut Hariyadi (2018), pengeringan merupakan salah satu metode pengawetan yang paling tua dan paling banyak digunakan, yaitu dengan cara menguapkan sebagian besar air yang terkandung dalam bahan pangan menggunakan energi panas. Pengeringan dilakukan hingga kadar air manisan mencapai minimal 25% sesuai dengan SNI 1718 tahun 1996. Penurunan kadar air dalam bahan pangan menjadi berkisar 10-20% dapat mencegah pertumbuhan bakteri, *yeast*, jamur dan aktivitas enzim pada bahan pangan. Metode pengeringan dalam pengolahan manisan kering juga berfungsi untuk mempermudah

pemasaran, memperpanjang daya simpan, serta meningkatkan daya tarik konsumen (Shabrina & Susanto, 2017).

Buah-buahan yang biasanya diolah menjadi manisan kering adalah jenis buah yang lunak. Buah dapat mengalami kerusakan akibat proses pengolahan manisan. Oleh sebab itu, buah segar harus direndam terlebih dahulu dalam larutan kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Perendaman buah dalam larutan kapur menyebabkan adanya ikatan antara pektin dan senyawa dalam kapur sirih sehingga tekstur buah menjadi semakin keras (Siregar *et al.*, 2015).

1.2.7. Sifat Kimia Manisan Kering Buah

Setiap bahan pangan mengandung senyawa kimia yang berbeda-beda. Proses pengeringan yang melibatkan suhu tinggi pada pembuatan manisan mempengaruhi kadar air, kadar gula dan vitamin C pada bahan. Sifat kimia manisan kering yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh perlakuan perendaman buah dalam larutan kapur dan gula selama proses pengolahan.

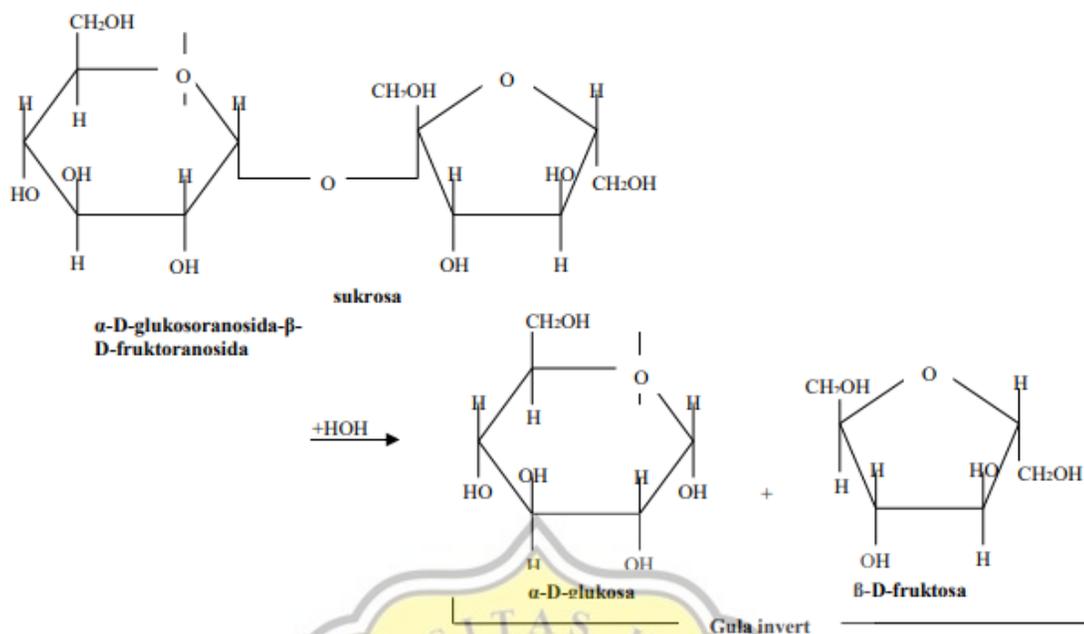
a. Kadar Air

Buah-buahan tergolong bahan makanan yang mudah rusak akibat kandungan airnya yang cukup tinggi, yaitu berkisar 85-95% yang menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme dan mempercepat proses metabolisme (Asgar & Musaddad, 2008). Penurunan kadar air dalam buah dapat memperpanjang umur simpan buah. Pengeringan adalah salah satu metode untuk mengawetkan bahan pangan yang mudah rusak atau mengalami kebusukan pada kondisi penyimpanan sebelum digunakan atau diolah (Muchtadi *et al.*, dalam Asgar & Musaddad, 2008). Tujuan pengeringan adalah mengurangi kandungan air dalam bahan sampai batas tertentu sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba maupun reaksi yang tidak diinginkan (Chung & Chang, 1982; Gogus & Maskan, 1998). Berdasarkan SNI 1718 tahun 1996 kadar air maksimal produk manisan kering yaitu 25%. Penurunan kadar air dalam buah disebabkan oleh penguapan sebagian besar air menggunakan energi panas (Hariyadi, 2018). Suhu yang biasa digunakan untuk mengeringkan buah dan sayur yaitu berkisar antara 55-75°C (Dahlenburg dalam Tamam *et al.*, 2015). Sedangkan suhu pengeringan buah dengan oven yaitu berkisar antara 60-80°C selama 6-16 jam (Apandi dalam Shabrina & Susanto, 2017).

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi adalah perlakuan perendaman buah dalam larutan kapur dan gula selama proses pengolahan manisan. Perendaman buah dalam larutan kapur menyebabkan terbentuknya ikatan silang antara ion Ca^{2+} dengan gugus karboksil dan senyawa pektin yang membentuk Ca-pektat, sehingga kandungan zat kapur dalam bahan mengalami peningkatan dan menyebabkan air dalam bahan terdesak keluar (Laksono *et al.*, 2019). Pengolahan manisan tidak lepas dari peranan bahan pemanis atau gula. Perendaman buah dalam larutan gula dapat mempengaruhi kadar air manisan yang dihasilkan akibat terjadinya dehidrasi osmosis. Ade-Omowaye *et al.* (2002) menyatakan bahwa dehidrasi osmosis merupakan proses perpindahan air dalam bahan akibat terjadinya perbedaan tekanan osmotik antara bahan dengan larutan disekitarnya.

b. Kadar Gula

Kriteria kadar gula (sukrosa) minimal dalam manisan kering berdasarkan SNI 1718 tahun 1996 yaitu sebesar 40%. Setiap perlakuan dalam pengolahan buah menjadi manisan kering mempengaruhi jumlah kadar gula dalam manisan kering yang dihasilkan. Sukrosa sebagai penyusun utama gula merupakan molekul gula yang bersifat tidak stabil (Buckle & Edwards dalam Tanjung *et al.*, 2018). Faktor utama yang mempengaruhi jumlah kadar gula akhir adalah proses pengeringan. Proses pengeringan merupakan tahap akhir dari pengolahan manisan, sehingga suhu dan lama pengeringan harus diperhatikan. Menurut Fitriani *et al.* (2013), pengeringan menyebabkan penurunan kadar sukrosa dalam manisan. Hal ini terjadi karena proses pengeringan menyebabkan sukrosa mengalami *inverse* atau pemecahan menjadi glukosa dan fruktosa akibat pengaruh asam dan panas yang dapat meningkatkan kelarutan gula (Achyadi & Hidayanti dalam Prastianti *et al.*, 2016). Meningkatnya kelarutan gula menyebabkan kadar sukrosa dalam bahan akan berkurang. Kecepatan proses *inverse* dipengaruhi oleh suhu dan waktu pengeringan, yaitu semakin tinggi suhu dan semakin lama proses pengeringan berlangsung maka kadar sukrosa yang dihasilkan semakin rendah (Tamam *et al.*, 2015; Fitriani *et al.*, 2013).



Gambar 6. Reaksi Pemecahan Sukrosa (Tamam *et al.*, 2015)

Semakin tinggi suhu dan lama pengeringan menyebabkan kadar air bahan semakin rendah sehingga persentase gula pereduksi meningkat (Tanjung *et al.*, 2018). Menurut Shabrina & Susanto (2017), total gula dalam manisan dipengaruhi oleh komponen-komponen yang ada dalam bahan, terutama kadar air. Penurunan kadar air menyebabkan peningkatan total gula pada manisan.

Peningkatan total gula dalam manisan juga dipengaruhi oleh banyaknya penambahan gula pada manisan. Jenis gula yang biasa digunakan untuk mengolah buah menjadi manisan adalah gula pasir. Peningkatan total gula disebabkan karena gula pasir mengandung komponen sukrosa maupun non sukrosa yang dapat meningkatkan kadar gula pada manisan (Tanjung *et al.*, 2018). Selain itu, pada pembuatan manisan larutan gula berperan sebagai larutan osmotik sehingga perendaman buah dalam larutan gula dapat menyebabkan terjadinya dehidrasi osmosis. Dehidrasi osmosis adalah keadaan ketika cairan yang ada dalam bahan keluar dan zat terlarut (*solute*) dari larutan masuk ke dalam bahan (Aras *et al.*, 2019). Peningkatan konsentrasi larutan osmotik menyebabkan peningkatan kehilangan air serta peningkatan konsentrasi gula dalam bahan.

Pengolahan buah menjadi manisan juga melibatkan proses perendaman buah dalam larutan kapur dan gula. Keduanya memberikan pengaruh terhadap kadar gula manisan. Proses perendaman buah dalam larutan kapur dilakukan sebelum perendaman buah dalam larutan gula dan proses pengeringan. Perendaman buah dalam larutan bahan pengeras (kapur), menyebabkan air dari dalam buah tertarik keluar sehingga mempengaruhi penyerapan larutan gula ke dalam bahan. Buah yang direndam dalam larutan gula akan mengalami tekanan osmotik, yaitu tekanan yang berasal dari molekul-molekul gula pada dinding sel bahan sampai larutan gula dapat masuk ke dalam sel. Perendaman buah dalam larutan bahan pengeras menyebabkan air dari dalam buah tertarik keluar, sehingga mempengaruhi penyerapan larutan gula ke dalam bahan (Zanora dalam Yuliani *et al.*, 2019).

c. **Kadar Vitamin C**

Sumber utama vitamin C atau asam L-askorbat dalam makanan adalah sayuran dan buah-buahan (Ramdani & Tamam, 2018). Vitamin C dapat berbentuk sebagai asam L-askorbat dan asam L-dehidro askorbat (Winarno dalam Tamam *et al.*, 2015). Vitamin C berperan sebagai antioksidan yang dapat mencegah radikal bebas, namun vitamin C bersifat sangat labil yaitu mudah terdegradasi oleh proses oksidasi terutama yang disebabkan oleh panas (Pakaya, 2014). Salah satu metode pengolahan manisan kering yang dapat menyebabkan penurunan kadar vitamin C pada buah adalah pengeringan. Pengeringan melibatkan pemanasan dengan suhu yang cukup tinggi. Pemanasan bahan pangan dengan suhu yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya oksidasi dan degradasi kandungan vitamin C (Sherlat & Luh dalam Al-Rasyid *et al.*, 2017). Vitamin C atau asam askorbat mudah teroksidasi secara reversibel menjadi asam L-dehidroaskorbat yang masih memiliki keaktifan vitamin C namun secara kimia bersifat sangat labil, bila pemanasan terus dilakukan maka asam L-dehidroaskorbat dapat berubah menjadi asam L-diketoglikonat yang tidak memiliki keaktifan vitamin C lagi (Risnayanti *et al.*, 2015).

Selain faktor pemanasan, oksidasi vitamin C dipercepat dengan adanya cahaya, basa dan ion logam seperti Cu^{2+} dan Fe^{3+} (Ulfa & Djajadisastra, 2013). Menurut Apriani & Yani (2018), perendaman buah dalam larutan kapur yang bersifat basa dapat menetralkan vitamin C yang bersifat asam. Perendaman buah dalam larutan kapur konsentrasi tinggi menghasilkan

manisan dengan kadar vitamin C yang rendah. Faktor lain dalam proses pengolahan manisan kering yang dapat menyebabkan penurunan kadar vitamin C adalah perendaman buah dalam larutan gula. Menurut Buntaran *et al.* (2010), perendaman buah dalam larutan gula dengan konsentrasi yang tinggi menyebabkan kandungan vitamin C bahan yang dihasilkan menjadi semakin rendah. Perendaman buah dalam larutan gula menyebabkan terjadinya tekanan osmotik sehingga air yang ada dalam bahan terdorong keluar, air tersebut juga membawa vitamin C yang bersifat mudah larut dalam air (Tendean *et al.*, 2016).

1.2.8. Sifat Fisik Manisan Kering Buah

Sifat fisik pada bahan pangan merupakan perubahan yang terjadi dan dapat diamati serta diukur tanpa membentuk zat baru atau tanpa mengubah komposisi kimia dari bahan pangan tersebut. Pengaruh proses pengeringan dengan perendaman buah dalam larutan kapur dan larutan gula mempengaruhi perubahan sifat fisik manisan kering yang dihasilkan, yaitu tekstur (*hardness*). Tekstur merupakan sifat fisik yang penting untuk menentukan kualitas dari suatu bahan pangan, bahkan tekstur lebih penting dibanding dengan warna (deMan dalam Rosiani *et al.*, 2015).

a. Tekstur

Salah satu karakteristik yang penting pada pembuatan produk pangan adalah tekstur yang dihasilkan dari produk tersebut (Engelen, 2017). Tekstur merupakan ciri suatu bahan yang dihasilkan dari kombinasi beberapa sifat fisik, yaitu ukuran, bentuk, jumlah dan unsur-unsur pembentukan bahan yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa (Midayanto & Yuwono, 2014). Tekstur pada bahan pangan dapat ditentukan melalui tes mekanik atau melalui analisis penginderaan (organoleptik) yang menggunakan manusia sebagai tester terhadap produk yang akan diuji. Selain itu, penentuan tekstur pada bahan pangan juga dapat ditentukan melalui metode TPA (*Texture Profile Analyzer*) yang berbasis tekanan pada sampel produk menggunakan alat *texture analyzer* (Engelen, 2018).

Proses pengolahan buah menjadi manisan kering menyebabkan terjadinya perubahan tingkat kekerasan (*hardness*) pada buah. *Hardness* pada bahan pangan rata-rata dipengaruhi oleh keadaan struktur ikatan sel pada bahan (Nunes *et al.*, 2009). Proses pengeringan pada tahap

akhir pengolahan manisan menyebabkan terjadinya penguapan air dalam jumlah yang besar disertai peningkatan total padatan dalam bahan, sehingga terjadi pengerutan dan tekstur manisan menjadi semakin keras. Peningkatan kekerasan (*hardness*) pada manisan juga disebabkan oleh pengaruh antara proses pengeringan dengan larutan kapur dan gula. Perendaman buah dalam larutan kapur berfungsi untuk memperbaiki tekstur buah sebelum diolah. Larutan kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) akan bereaksi dengan zat pektin dalam buah untuk membentuk kalsium pektat yang berfungsi untuk menguatkan jaringan irisan buah sehingga menghasilkan buah dengan tekstur yang lebih keras (Asiah & Handayani, 2018). Perendaman buah pada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konsentrasi tinggi dan pengeringan dalam waktu yang panjang menghasilkan manisan dengan tekstur yang sangat keras. Hal ini disebabkan karena terjadinya pengerasan tekstur oleh $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan adanya penurunan kadar air akibat pemanasan.

Pengolahan manisan melibatkan bahan pemanis atau gula yang berfungsi untuk menambah cita rasa dan sebagai pengawet alami. Proses pengeringan dan gula saling berinteraksi dan mempengaruhi ikatan antar molekul pembentuk gel dengan mengikat kandungan air bebas dalam bahan. Suptijah *et al.* (2013) mengatakan bahwa kekuatan gel dipengaruhi oleh kandungan air bebas dalam bahan. Pengeringan dapat menyebabkan peningkatan nilai *tensile strength* akibat banyaknya air yang hilang selama proses penguapan. Hal ini menyebabkan ikatan antar molekul pembentuk gel menjadi semakin erat sehingga tekstur bahan yang dihasilkan menjadi keras (Shabrina & Susanto, 2017; Sinurat & Murniyati, 2014). Perendaman buah dalam larutan gula juga dapat mempengaruhi kandungan air bebas dalam bahan karena gula bersifat higroskopis, yaitu mampu mengikat air dalam bahan. Semakin tinggi konsentrasi larutan gula yang digunakan maka akan semakin tinggi jumlah air yang terikat, sehingga kadar air yang diperoleh semakin kecil (Irhami *et al.*, 2008). Selain menurunkan jumlah kandungan air bebas dalam bahan, gula juga dapat mempengaruhi kekuatan gel. Semakin banyak molekul gula dalam bahan maka semakin banyak asam poliglakturonat yang berikatan membentuk jaringan 3 dimensi yang menyebabkan kerapatan antar molekul dan menyebabkan peningkatan kekerasan (*hardness*) pada bahan. Peningkatan *hardness* pada manisan akibat interaksi antara pengeringan dengan gula juga dapat disebabkan karena bahan mengalami proses kristalisasi (Tamam *et al.*, 2015).

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan studi literatur yang sudah dipelajari, maka rumusan masalah yang ditemukan :

1. Apakah metode pengeringan dapat meningkatkan kualitas fisikokimia produk manisan kering buah?
2. Apa pengaruh proses pengeringan dengan perlakuan perendaman buah dalam larutan kapur dan larutan gula terhadap kualitas fisikokimia manisan kering buah?
3. Apa perlakuan terbaik dalam pengolahan buah menjadi manisan kering?

1.4. Tujuan

Untuk mengkaji berbagai suhu dan lama pengeringan yang dapat meningkatkan kualitas fisikokimia manisan kering buah, pengaruh proses pengeringan dengan perlakuan perendaman buah dalam larutan kapur dan larutan gula dalam pengolahan manisan kering buah, dan perlakuan terbaik pengolahan manisan kering buah.

